



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61F 2/583 (2019.08); A61F 2/586 (2019.08); A61F 2002/6836 (2019.08); A61F 2002/701 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019106363, 06.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.03.2019

Дата регистрации:
07.09.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.03.2019

(45) Опубликовано: 07.09.2020 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

620002, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул.
Мира, 19, ФГАОУ ВО "УФУ им. первого
Президента России Б.Н.Ельцина", Центр
интеллектуальной собственности, Казгова К.А.

(72) Автор(ы):

Которов Федор Александрович (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Шульгин Борис Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2664171 C1, 15.08.2018. US
4921293 A1, 01.05.1990. US 5413611 A1,
09.05.1995. RU 2663942 C1, 13.08.2018. SU 267811
A1, 02.04.1970.

(54) БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КИСТЕВОЙ ПРОТЕЗ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине. Активный биомеханический кистевой протез содержит по крайней мере один двухсуставный внешний цилиндр, цилиндрическое колесо со спиральной прорезью, салазки, установленные на колесо, и по крайней мере один мотор. Двухсуставный внешний цилиндр выполнен в форме пальца и состоит из трех последовательно соединенных полых цилиндров. В каждом двухсуставном цилиндре размещен внутренний двухсуставный стержень из трех последовательно скрепленных между собой стержней с обеспечением возможности сгибания внешнего двухсуставного цилиндра. Цилиндрическое колесо выполнено с

возможностью поворота для перемещения поперечного стержня, задающего ход движения связанному с ним нижнему внутреннему стержню и среднему полному внешнему цилиндру. Салазки выполнены в виде скоб с прорезями для движения поперечного стержня и скрепляют мотор и палец. Мотор прикреплен к основанию кисти и приводит в движение цилиндрическое колесо за счет сигналов с датчиков давления, установленных на поверхности остаточных мышц руки. Изобретение обеспечивает повышенную прочность, грузоподъемность и износостойкость с расширением за счет этого функциональности устройства. 4 з.п. ф-лы, 6 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61F 2/583 (2019.08); *A61F 2/586* (2019.08); *A61F 2002/6836* (2019.08); *A61F 2002/701* (2019.08)(21)(22) Application: **2019106363, 06.03.2019**(24) Effective date for property rights:
06.03.2019Registration date:
07.09.2020

Priority:

(22) Date of filing: **06.03.2019**(45) Date of publication: **07.09.2020** Bull. № 25

Mail address:

**620002, Sverdlovskaya obl., g. Ekaterinburg, ul.
Mira, 19, FGAOU VO "UFU im. pervogo
Prezidenta Rossii B.N.Eltsina", Tsentr
intelektualnoj sobstvennosti, Kazgova K.A.**

(72) Inventor(s):

**Kotorov Fedor Aleksandrovich (RU),
Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Shulgin Boris Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education Ural Federal
University named after the first President of
Russia B.N.Yeltsin (RU)**

(54) **BIOMECHANICAL HAND PROSTHETIC DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention relates to medicine. Active biomechanical carpal prosthesis contains at least one two-joint external cylinder, a cylindrical wheel with a spiral cut, sleds installed on the wheel, and at least one motor. Biarticular external cylinder is made in the form of a finger and consists of three serially connected hollow cylinders. In each biarticular cylinder there is an internal biarticular rod of three serially interconnected cores with possibility of bending of external biarticular cylinder. Cylindrical wheel is made with possibility of rotation for movement of transverse

rod, which sets movement of associated with it lower inner rod and middle hollow external cylinder. Slides are made in the form of brackets with slots for movement of transverse rod and fasten motor and pin. Motor is attached to brush base and drives cylindrical wheel due to signals from pressure sensors installed on surface of residual muscle of hand.

EFFECT: invention provides high strength, carrying capacity and wear resistance with expansion of device functionality.

5 cl, 6 dwg

Заявляемый биомеханический кистевой протез из биосовместимых материалов относится к медицинской технике и может быть использована для создания протезов кисти руки, пригодных для длительной эксплуатации, стойких к износу и обеспечивающих возможность максимального возвращения утраченной функциональности кисти. Необходимость решения таких задач возникает после ампутации кисти, либо в результате несчастного случая и остается актуальной проблемой медицинской техники.

Известен протез кисти, который содержит подпружиненный четырехзвенный механизм, приводной барабан, приводимый в действие тягой управления, кулачок и опорный ролик, обкатывающийся по кулачку - патент RU 2 322 956 C2 (автор Киселев Л. И.). Однако данный кистевой протез не обеспечивает повышенной грузоподъемности и корреляции движения кисти, а также не позволяет должным образом контролировать и удерживать угол поворота пальцев и силу захвата.

Также известен протез кисти, который содержит приемную гильзу, корпус, каркас первого пальца, каркасы второго-четвертого пальцев, приводную систему, обеспечивающую функциональную подвижность: «схват-раскрытие кисти», шарнир сгибания в лучезапястном сочленении, манжету на предплечье, три потенциометра, три преобразователя сигнала, сумматор, два функциональных преобразователя и четыре усилителя мощности - патент RU 2 506 931 C2 (авторы Буров Г.Н, Фёдоров Е.А). Однако и этот кистевой протез не обладает возможностью управления движением большого пальца, что существенно снижает функциональные возможности протеза, не позволяя полноценно использовать захват предметов, тем более не позволяя выполнять функции протеза, связанные с необходимостью жесткого захвата. Кроме того, известный протез не может обеспечить высокую надежность и удобство при использовании.

Наиболее близким к заявляемому решению биомеханического протеза кисти является известный (патент RU 2416379 C2, автор Пухгаммер Грегор) кистевой протез с устройством для передачи усилий, имеющий основание, на котором по меньшей мере, один пальцевой протез шарнирно установлен с возможностью движения вокруг оси поворота посредством привода, соединенного с ним через устройство для передачи усилий, которое выполнено между приводом и пальцевым протезом. Однако данная модель кистевого протеза (с устройством для передачи усилий) не обладает достаточной прочностью конструкции и имеет недостаточную двигательную базу, так что известный кистевой протез непригоден для обеспечения повышенной износостойкости, повышенной грузоподъемности и функциональности кистевого протеза.

Заявляемое устройство направлено на решение проблемы создания функционального биомеханического кистевого протеза, позволяющего восстанавливать утраченные функции кисти и обеспечивающего прочность конструкции, повышенную грузоподъемность и износостойкость. Технический результат, достигаемый при реализации заявляемого устройства, заключается в создании устройства с повышенной прочностью, грузоподъемностью, износостойкостью с расширением за счет этого функциональности устройства.

Активный биомеханический кистевой протез, характеризующийся тем, что содержит:

- по крайней мере один двухсуставный внешний цилиндр в форме пальца, состоящий из трех последовательно соединенных полых цилиндров, в каждом двухсуставном цилиндре размещен внутренний двухсуставный стержень из трех последовательно скрепленных между собой (например, сквозной заклепкой) стержней с обеспечением возможности сгибания внешнего двухсуставного цилиндра;

- выполненное с возможностью поворота цилиндрическое колесо со спиральной

прорезью для перемещения поперечного стержня, задающего ход движения связанному с ним нижнему внутреннему стержню и среднему полному внешнему цилиндру;

– установленные на колесо салазки в виде скоб с прорезями для движения поперечного стержня, скрепляющие мотор и палец;

- 5 – по крайней мере один мотор, прикрепленный к основанию кисти и приводящий в движение цилиндрическое колесо за счет сигналов с датчиков давления, установленных на поверхности остаточных мышц руки.

Поперечный стержень протеза может быть соединен с каждым нижним внутренним стержнем, а каждый нижний внешний полый цилиндр имеет продольные прорези для
10 движения поперечного стержня. Такое исполнение представляет собой вариант выполнения связи между нижним из полых цилиндров и нижним внутренним стержнем, а также поперечным стержнем, который задает ход движения указанных цилиндра и внутреннего стержня.

При формировании кисти элементы протеза могут быть установлены следующим
15 образом. Средний, безымянный пальцы и мизинец, пронизанные одним поперечным стержнем, устанавливаются на одних салазках с цилиндрическим колесом и мотором. При этом указательный и большой пальцы, пронизанные общим поперечным стержнем, могут быть размещены на отдельных салазках с колесом и мотором, причем указательный палец крепится в центре, а большой – сбоку.

20 Протез устанавливается с помощью неинвазивного закрепления на предплечье, посредством жесткого экзоскелета поверх лучевой и плечевой костей, оставшихся после утраты кисти. Двигательной базой является мотор, прикрепленный к основанию пальца, приводящий в движение цилиндр (цилиндрическое колесо) со спиралеобразной прорезью.

25 Управление протезом биомеханического пальца осуществляется с помощью мотора и аппаратно-программной системы, которая подключается к мышцам, что позволяет получать данные напрямую с мышц руки, считывать их напряжение и коррелировать их в степень положения и движения тех или иных пальцев. Таким образом реализуется механизм движения пальцев, который перераспределяет нагрузку с мотора, приводимого
30 в движение датчиком давления, закрепленным на лучевой мышце и мышце локтевого сгибателя запястья, соразмерно давлению, оказываемому мышцей на датчик давления. Это позволяет вернуть основной функционал утраченной кисти, увеличивает предельно допустимую нагрузку на палец до 30 кг и обеспечивает необходимый технический результат, а именно: функциональность в использовании, высокую прочность
35 конструкции, повышенную грузоподъемность и износостойкость кистевого протеза.

Заявляемое решение увеличивает предельно допустимую нагрузку на один палец до 30 кг, что достигается за счет перераспределения нагрузки с двигательной базы на конструкцию. Многофункциональность в использовании - поднятие тяжелых предметов, возможность осуществления движений, приближенных к точным движениям
40 человеческой кисти - обеспечивается высокой прочностью конструкции, износостойкостью кистевого протеза. Также конструкция обладает улучшенной мелкой моторикой, что позволяет расширить потенциал использования устройства.

Сущность заявляемого решения поясняется чертежами, где изображены:

- на фиг. 1 - механизм пальца, вид спереди,
- 45 - на фиг. 2 - механизм пальца, вид сбоку,
- на фиг. 3 - механизм пальца, вид сбоку в максимально согнутом состоянии
- на фиг. 4 - механизм кисти с просвеченным механизмом
- на фиг. 5 - механизм кисти с креплениями

- на фиг. 6 - механизм кисти с креплениями вид сбоку

На фигурах приняты следующие обозначения: 1 – внешние цилиндры (1.1, 1.2, 1.3), 2 – внутренние стержни (2.1, 2.2, 2.3), 3 – цилиндрическое колесо со спиральной прорезью, 4 – поперечный стержень клемма, 5 – салазки, 6 – сервомотор, 7 – аппаратно-

5 программная система, 8 – жесткое экзоскрепление, 9 – датчик давления (тензодатчик).

Для подтверждения возможности реализации заявляемым решением своего назначения и достижения заявленного технического результата рассмотрим вариант исполнения протеза.

Заявляемый биомеханический протез при формировании полной кисти руки имеет 10 изготовленные из медицинского пластика, титана, тантала или биосовместимых сплавов, пять двухсуставных цилиндров 1 в форме пальцев с внутренними двухсуставными стержнями 2, движение которых обеспечивают моторы 6.

Основными элементами, задающими ход кисти, являются цилиндрическое колесо с поперечным стержнем 3, вставленным в спиралеобразные прорези. Колесо 3 толкает 15 поперечный стержень 4, движущийся по спирали прорези, и формирует тем самым механизм перераспределения нагрузки с управляющих моторов 6 на конструкцию протеза. Фиксацию всей конструкции и обеспечение ее прочности и целостности осуществляют салазки 5.

Управление протезом осуществляется с помощью моторов 6, в частности, 20 сервомоторов, и аппаратно-программной системы, которая подключается к мышцам. Сервомоторы 6 приводятся в движение датчиками давления (тензодатчиками), закрепленными на лучевой мышце и мышце локтевого сгибателя запястья как наиболее предпочтительных для расположения датчиков. Движение производится соразмерно давлению, оказываемому мышцей на тензодатчик.

25 Протез устанавливается с использованием неинвазивного закрепления на предплечье посредством жесткого экзоскрепления поверх лучевой и плечевой кости, оставшихся после утраты кисти. Система подключается к мышцам, что позволяет получать данные напрямую с мышц руки, считывать их напряжение и коррелировать их в степень 30 положения и движения тех или иных пальцев. Это позволяет расширить возможности для управления и применения конструкции в различных условиях и обеспечивает улучшенные мелкомоторные функции конструкции, что увеличивает потенциал использования в решении повседневных задач.

Каждый палец протеза имеет три основных, стилизованных под фактуру человеческих 35 пальцев, полых цилиндра 1.1, 1.2, 1.3, из которых цилиндр 1.1 является совмещенной заменой дистальной и средней фаланги крепится к цилиндру 1.2, который является заменой проксимальной фаланги. Цилиндр 1.2 крепится к цилиндру 1.3, который является заменой пястной кости. Также цилиндр 1.3 имеет продольные прорези по бокам для движения поперечного стержня 4 клеммы, соответствующие диаметру поперечного стержня 4.

40 Три внутренних цилиндрических стержня 2.1, 2.2, 2.3 последовательно скреплены между собой. При этом стержень 2.1 является сгибателем цилиндра 1.1 и крепится сквозной заклепкой к стержню 2.2, который является сгибателем цилиндра 1.2. Цилиндрический стержень 2.2 крепится сквозной заклепкой к стержню 2.3 (является направляющей движения стержней 2.1 и 2.2), который, в свою очередь, крепится к 45 поперечному стержню/клемме 4, который задает движение стержню 2.3.

Поворот цилиндрического колеса 3 со спиральной прорезью, в которую вставлен стержень 4, обеспечивает движение стержня 4 вверх - вниз, и, соответственно, движение прикрепленных к нему стержней 2.3, 2.2, 2.1 в соответствующем порядке, по прорезям

в цилиндре 1.3 и прорезям салазок 5.

Салазки 5 выполнены в виде скобс прорезями для движения поперечного стержня 4, скрепляющих мотор 6 и пальцы. С верхней стороны салазки 5 прикреплены к цилиндру 1.3, а с нижней – к корпусу сервомотора 6. Прорези в салазках параллельны стенкам цилиндрического колеса 3 и прорезям в цилиндре 1.3. Салазки 5 служат также дополнительной опорой поперечного стержня 4 и задают ему движение.

Сервомотор 6 прикреплен к нижней круглой стенке цилиндра цилиндрического колеса 3 со спиральной прорезью и обеспечивает движение посредством поворота колеса 3 от 0 до 360 градусов. В результате стержень 4 движется по спиральной прорези в цилиндрическом колесе 3 и задает движение внутренним стержням 2.1, 2.2, 2.3. Данные сервомотору 6 о нужном градусе поворота передаются с датчиков давления (тензодатчиков) 9, прикрепленных к поверхности остаточных мышц поврежденной руки, которые обрабатываются аппаратной микропроцессорной системой.

Расположение пальцев на механизме представлено следующим образом. Средний, безымянный и мизинец располагаются на кисти посредством крепления к салазкам 5, расположенным по бокам одного из цилиндрических колес 3 со спиральной прорезью, что позволяет поперечному стержню/клемме 4 пронизывать сразу три пястных фаланги механизма 2.3 и обеспечивать одновременное движения трех пальцев посредством движения одного сервомотора 6 соответственно.

Расположение указательного и большого пальца на механизме обеспечивается креплением их ко второму цилиндрическому колесу 3 со спиральной прорезью. Пальцы крепятся к салазкам 5, указательный палец крепится к центру салазок 5, в то время как большой палец крепится сбоку.

Движение пальцев осуществляется одновременно, посредством движения поперечного стержня клеммы 4, пронизывающей пястные фаланги большого и указательного пальцев.

Механизм работы большого пальца отличается от механизма работы остальных пальцев наличием дополнительного соединения, повернутого по отношению к остальным на 90 градусов, что позволяет осуществлять движение параллельно кисти для последующего осуществления механизма хвата

Описание работы датчиков и механизм крепления протеза к предплечью на примере протеза правой руки показан на фиг.5.

Механизм, расположенный в кисти и обеспечивающий движение пальцев, закрепляется на жестком эндоскелетном наруuche, опоясывающем предплечье с двух сторон и повторяющих естественную фактуру строения предплечья конечного пользователя, что достигается путем индивидуальной подгонки самого эндоскелетного наруucha посредством наличия люфта в конструкции, позволяющего наручу плотно прилегать к предплечью путем стягивания гибкими креплениями левую и правую сторону наруча. Это обеспечивает плотное прилегание к предплечью и снижает возможный дискомфорт при ношении.

Программно-аппаратный комплекс представляет собой микроплату в непроницаемом для жидкости корпусе, обрабатывающую сигнал с датчиков и обеспечивающую подачу сигнала на сервомоторы 6.

Элементы управления представляют из себя датчики, преобразующие величину деформации в удобный для измерения сигнал, принцип работы которых заключается в изменении сопротивления тензорезистора посредством колебания мышц, на которых они расположены. В результате можно вычислить степень деформации, которая будет пропорциональна силе, приложенной к конструкции.

Расположение датчиков обусловлено морфологией оставшихся мышц предплечья.

Датчики крепятся на лучевой мышце и мышце локтевого сгибателя запястья, сокращение которых считывается и преобразуется в угол поворота цилиндрического колеса со спиральной прорезью, и, соответственно, в степень сжатия пальцев, зависимой от поворота колеса.

5 Предплечные крепления биомеханического кистевого протеза представлены в виде двух экзоскелетных полуцилиндрических скоб, опоясывающих предплечье со стороны локтевой и лучевой костей, с смонтированными в них креплениями под программно-аппаратный комплекс и креплениями под датчики, а также собственными мягкими креплениями, стягивающими скобы на предплечье и позволяющими конструкции плотно
10 прилегать к руке, избегая люфта. В конструкции также предполагается возможность установки мягкого крепления, позволяющего дополнительно закрепить механизм на локтевом сгибе. У основания скоб имеются крепления под механизм кисти, что делает конструкцию модульной.

Заявляемый биомеханический протез обеспечивает возможность восстановления
15 функционала утраченной кисти, высокую прочность конструкции, повышенную грузоподъемность (до 30 кг на один палец) и износостойкость кистевого протеза.

(57) Формула изобретения

1. Активный биомеханический кистевой протез, содержащий:

20 – по крайней мере один двухсуставный внешний цилиндр в форме пальца, состоящий из трех последовательно соединенных полых цилиндров, в каждом двухсуставном цилиндре размещен внутренний двухсуставный стержень из трех последовательно скрепленных между собой стержней с обеспечением возможности сгибания внешнего двухсуставного цилиндра;

25 – выполненное с возможностью поворота цилиндрическое колесо со спиральной прорезью для перемещения поперечного стержня, задающего ход движения связанному с ним нижнему внутреннему стержню и среднему полному внешнему цилиндру;

– установленные на колесо салазки в виде скоб с прорезями для движения поперечного стержня, скрепляющие мотор и палец;

30 – по крайней мере один мотор, прикрепленный к основанию кисти и приводящий в движение цилиндрическое колесо за счет сигналов с датчиков давления, установленных на поверхности остаточных мышц руки.

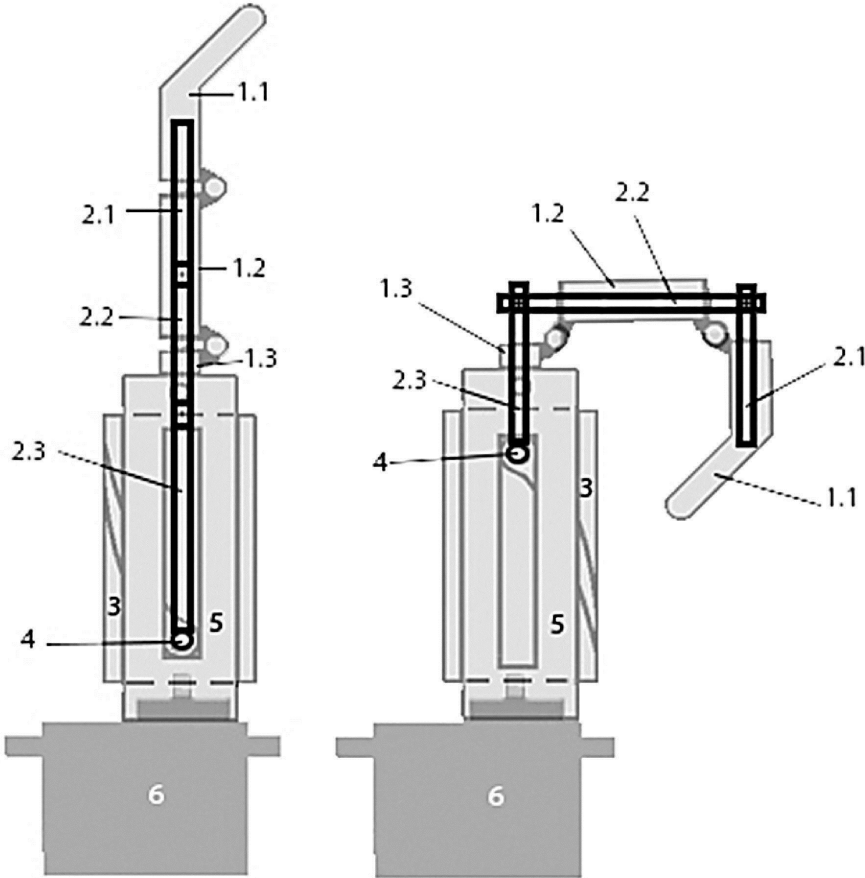
2. Протез по п.1, отличающийся тем, что поперечный стержень соединен с каждым нижним внутренним стержнем, а каждый нижний полый внешний цилиндр имеет
35 продольные прорези для движения поперечного стержня.

3. Протез по п.1, отличающийся тем, что средний, безымянный пальцы и мизинец, пронизанные одним поперечным стержнем, установлены на одних салазках с цилиндрическим колесом и мотором.

4. Протез по п.1 или 3, отличающийся тем, что к отдельным салазкам с колесом и мотором крепится в центре указательный палец и сбоку большой палец, пронизанные
40 общим поперечным стержнем.

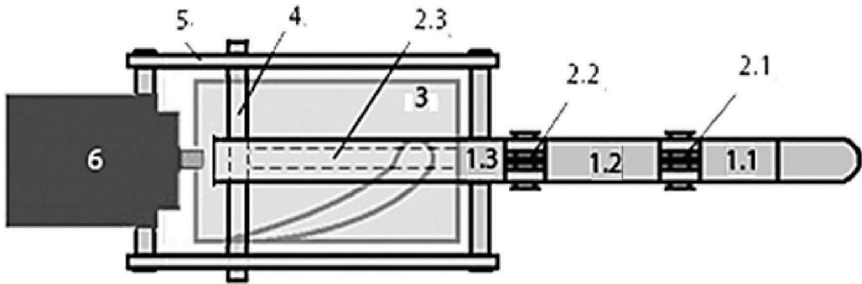
5. Протез по п.1, отличающийся тем, что внутренние стержни крепятся между собой сквозной заклепкой.

1



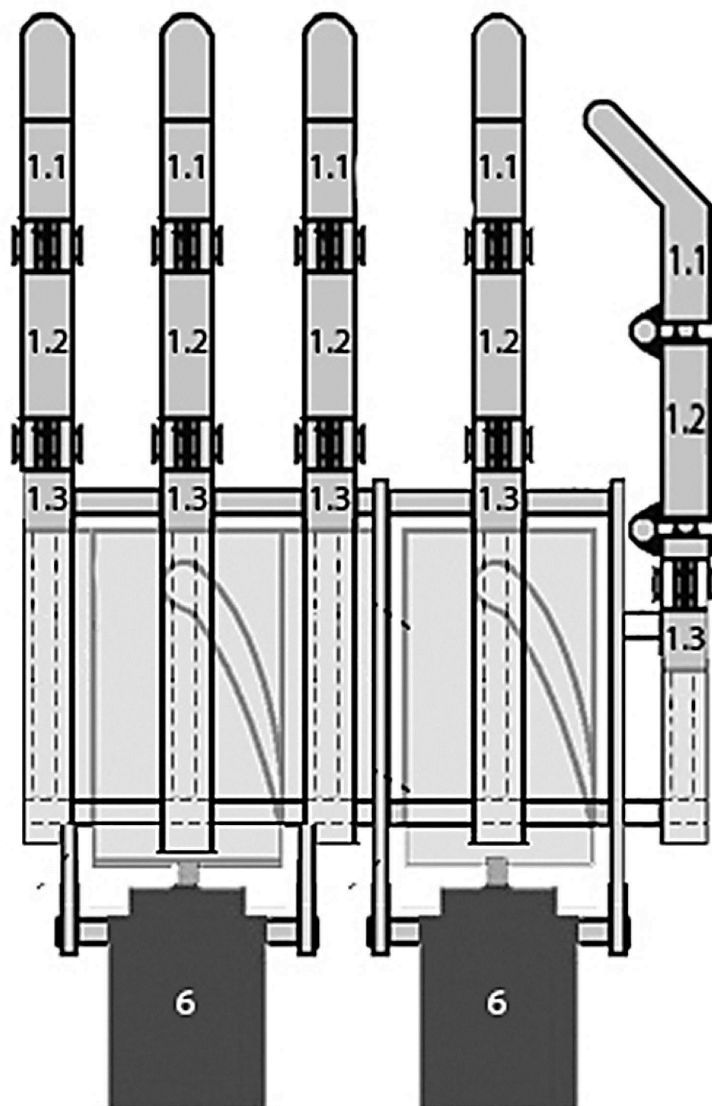
ФИГ. 1

ФИГ. 2

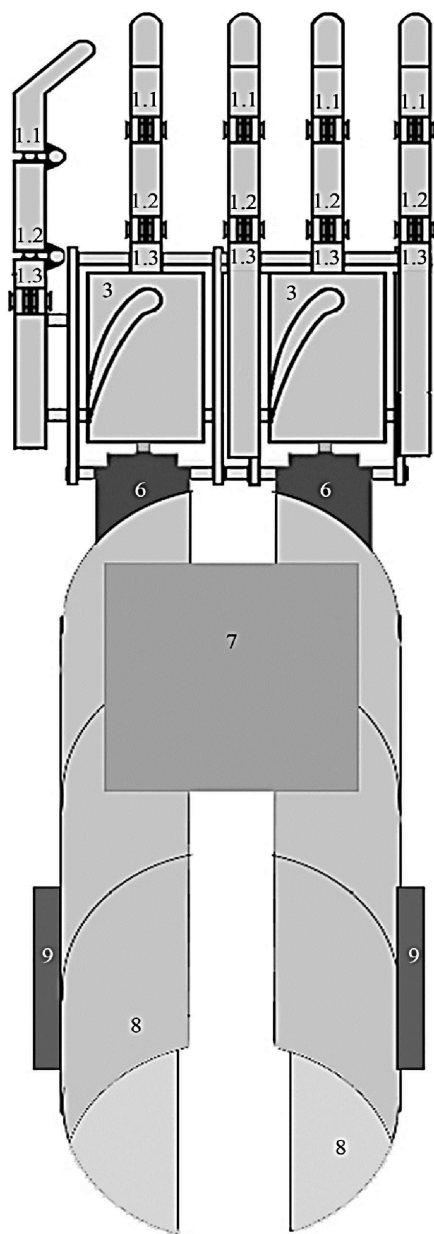


ФИГ. 3

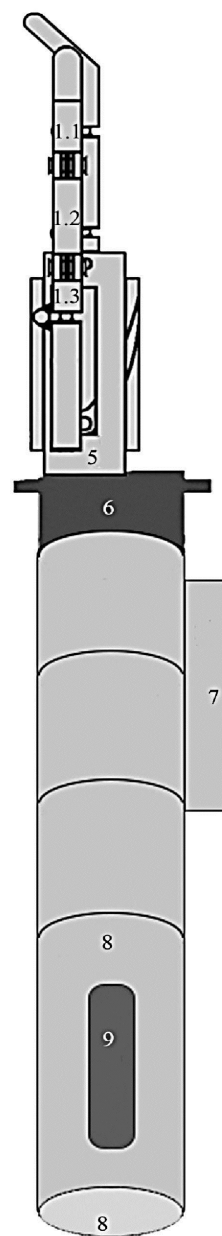
2



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6